

FATORES DE RISCO E PREVENÇÃO DE INFECÇÕES RELACIONADAS À CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Data de aceite: 01/04/2024

Rozielma de Abreu Moreira

Enfermeira graduada pelo Instituto de Enfermagem do Centro Multidisciplinar UFRJ – Macaé

Gláucia Cristina Andrade Vieira

Enfermeira(o) Docente do Instituto de Enfermagem do Centro Multidisciplinar UFRJ - Macaé

Ruth Francisca Freitas de Souza

Enfermeira(o) Docente do Instituto de Enfermagem do Centro Multidisciplinar UFRJ - Macaé

Roberta Pereira Coutinho

Enfermeira(o) Docente do Instituto de Enfermagem do Centro Multidisciplinar UFRJ - Macaé

Iuri Bastos Pereira

Enfermeira(o) Docente do Instituto de Enfermagem do Centro Multidisciplinar UFRJ - Macaé

mitigados ou revertidos com mudanças no estilo de vida, mas, por vezes, intervenções cirúrgicas podem ser necessárias. Muitos dos avanços da cirurgia cardíaca foram possíveis graças ao desenvolvimento da circulação extracorpórea (CEC), uma técnica aprimorada na década de 1950 e que continua a ser utilizada até os dias de hoje. Em síntese, a CEC substitui temporariamente as funções de bomba do coração e ventilatória dos pulmões enquanto esses órgãos ficam excluídos da circulação durante o evento cirúrgico. Assim como todos os procedimentos invasivos, a CEC também representa riscos aos pacientes a que são submetidos, sendo a infecção do sítio cirúrgico uma das principais complicações pós-operatórias. As IRAS (Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde) representam um dos eventos adversos associados à assistência à saúde mais frequentes e um grave problema de saúde pública, pois aumentam a morbidade, a mortalidade e os custos a elas relacionados. No Brasil estima-se que a taxa de desenvolvimento de IRAS se encontre em torno de 6%, triplo do percentual de tolerância da Organização Mundial de Saúde (OMS). O paciente que evolui para infecções pode gerar um gasto

RESUMO: **Introdução:** As doenças cardiovasculares compreendem um grupo de afecções do coração e dos vasos sanguíneos e representam a principal causa de morte no mundo. Na maioria dos casos os problemas cardiovasculares podem ser

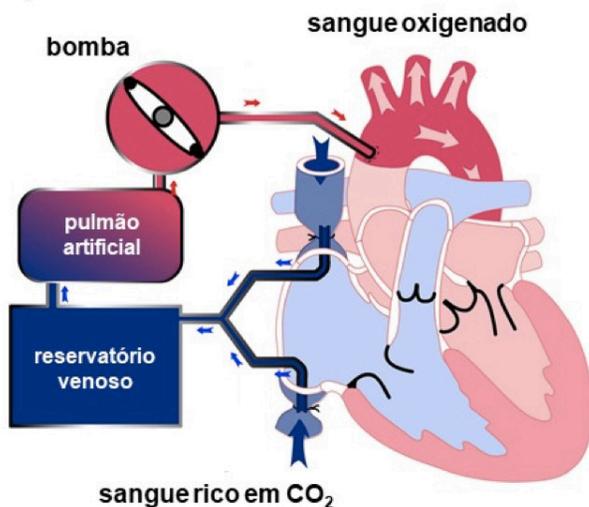
até três vezes maior do que o custo do paciente sem infecção hospitalar. Assim, esta pesquisa teve como objetivo identificar os fatores de risco e estabelecer estratégias para prevenção de infecções relacionadas especificamente à circulação extracorpórea. **Metodologia:** Trata-se de uma Revisão Integrativa de Literatura (RIL), a partir de estudos publicados em bases de dados eletrônicas sobre o objeto desta pesquisa. **Resultados:** Foram encontrados 461 artigos, dos quais, após a análise do título e do resumo, 26 foram selecionados para compor essa revisão. **Conclusão:** À despeito da importância da CEC para as cirurgias cardíacas, seu uso representa uma série de riscos para os pacientes submetidos a esta tecnologia. Assim, destaca-se a importância da qualificação profissional do perfusionista, que pode ajudar a monitorar e intervir oportunamente nos fatores de risco de infecção relacionados à circulação extracorpórea.

PALAVRAS-CHAVE: Circulação extracorpórea; cirurgia cardíaca; infecção; fatores de risco.

INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares compreendem um grupo de afecções do coração e dos vasos sanguíneos que incluem, dentre outras, a cardiopatia congênita, a doença coronariana, a doença cardíaca reumática, a doença cerebrovascular e a doença arterial periférica, sendo a principal causa de morte no mundo. Estima-se que 17,9 milhões de pessoas morrem anualmente por doenças cardiovasculares, representando 31% de todas as mortes em nível global¹. Apesar de muitas vezes tratáveis farmacologicamente ou pela adoção de hábitos saudáveis, as doenças cardiovasculares por vezes requerem procedimentos cirúrgicos altamente invasivos, tecnológicos e dispendiosos, incluindo: cirurgia de revascularização cardíaca, angioplastia com balão, reparação e substituição da válvula cardíaca, transplante de coração e implantação de coração artificial².

Muitos dos avanços da cirurgia cardíaca foram possíveis graças ao desenvolvimento da técnica de circulação extracorpórea (CEC). O primeiro caso relatado de cirurgia cardíaca bem-sucedida em seres humanos, do qual se tem conhecimento que foi utilizada a circulação extracorpórea, foi realizado por John Gibbon, em 1952, para reparação de defeitos no septo atrial³. A CEC consiste em um conjunto de máquinas, aparelhos, tubos e técnicas que substituem temporariamente as funções de bomba do coração e ventilatória dos pulmões, enquanto esses órgãos ficam excluídos da circulação no evento cirúrgico. O circuito de CEC possui dois reservatórios, tendo o reservatório venoso a função de receber o sangue proveniente da drenagem venosa e o reservatório de cardiopatia a função de receber o sangue proveniente do campo operatório, recuperado por aspiração. Além disso, a técnica conta com um oxigenador acoplado a um permutador de calor. Entre o oxigenador e a cânula arterial, é instalado filtro de linha arterial⁴. Na figura 1, a seguir, é possível visualizar uma representação esquemática da CEC.



© medmovie.com

Figura 1: Representação esquemática da técnica de circulação extracorpórea em cirurgias cardíacas (fonte: medmovie.com)

Dentre os possíveis eventos adversos decorrentes de procedimentos altamente invasivos, a infecção do sítio cirúrgico é uma das principais complicações pós-operatórias e, especialmente, àquelas que se desenvolvem em pacientes submetidos à cirurgia cardiotorácica que estão associados a uma alta mortalidade⁵. As infecções no sítio cirúrgico são descritas como de origem multifatorial, envolvendo fatores de risco relacionados diretamente com o paciente, como os extremos de idade, doenças preexistentes, período de internação pré-operatória, situação nutricional, descontrole glicêmico, tabagismo, obesidade, imunossupressão, infecções remanescentes e realização de transfusão perioperatória de hemoderivados⁶. Dados da literatura indicam, ainda, que as infecções relacionadas à assistência à saúde (IRAS) são um dos eventos adversos mais frequentes associados à assistência à saúde e um grave problema de saúde pública, pois aumentam a morbidade, a mortalidade e os custos a elas relacionados, além de afetar de forma negativa a segurança do paciente e a qualidade dos serviços de saúde⁷.

No intuito de avisar hospitais e pacientes sobre o risco potencial de contrair infecções por micobactérias não tuberculosas (MNT) através do uso de alguns tipos de permutadores de calor usados durante cirurgias de coração aberto (tórax aberto), o *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC - Centro de controle e prevenção de doenças dos Estados Unidos) emitiu um Alerta de Saúde para ajudar hospitais e provedores de saúde a identificar e informar os pacientes que podem estar em risco. Neste documento⁸, o CDC traz algumas diretrizes sobre como se deve tratar o paciente e a infecção, como rastrear os casos de infecção, como devem ser feitas as notificações aos pacientes e algumas informações

adicionais sobre as infecções por MNT nos permutadores de calor. Buscando complementar esse documento, a *United States Food And Drug Administration* (FDA – Administração de Drogas e Alimentos dos Estados Unidos) também expediu algumas recomendações para o uso dos permutadores de calor⁹.

Nesse sentido, torna-se imprescindível o investimento na pesquisa e desenvolvimento de medidas de prevenção dessas infecções, envolvendo equipes multidisciplinares de profissionais de controle de infecção hospitalar e dos núcleos de segurança do paciente para que, juntos, busquem a proposição de melhores práticas assistenciais visando à segurança do paciente e a melhoria da qualidade assistencial⁶. Assim, este trabalho teve por objetivo identificar na literatura os fatores de risco para estabelecer estratégias para prevenção de infecções relacionadas com a técnica de circulação extracorpórea.

A justificativa para a realização deste trabalho reside na carência de pesquisas sobre o tema entre a população adulta na perspectiva dos profissionais de Enfermagem no território nacional. Nesse sentido, cabe destacar que a Resolução nº 528/2016 do Conselho Federal de Enfermagem (COFEN) normatiza a atuação do enfermeiro perfusionista como membro da equipe cirúrgica em procedimentos em que se requeira esse profissional e destaca que, no âmbito da equipe de Enfermagem, é privativo do enfermeiro a atividade de perfusionista. Por fim, frisa-se que os profissionais de Enfermagem são os principais responsáveis por prevenir e controlar sistematicamente os processos de contaminação que possam causar danos à clientela durante a assistência¹⁰.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo bibliográfico, na modalidade Revisão Integrativa de Literatura (RIL), com base na questão norteadora “Quais são os fatores de risco associados a infecções secundárias à circulação extracorpórea em cirurgias cardíacas e quais são as estratégias apontadas na literatura para mitigação do risco de infecção?”. Utilizando-se a estratégia PICO para a busca nas bases de dados, a população do estudo, “P”, foi o paciente adulto, a intervenção, “I”, a técnica de circulação extracorpórea e o desfecho, “O”, o desenvolvimento de infecções. Por se tratar de um estudo cujo objetivo foi identificar e correlacionar fatores de risco e estratégias de prevenção com infecções, não se adotou a variável controle, “C”, para a busca dos artigos.

A busca foi realizada no dia 25 de fevereiro de 2021, utilizando-se como bases de dados a Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), a Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos (*PubMed*) e a base de dados *Sciverse Scopus* (*Scopus*). Foram utilizados os seguintes Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): “circulação extracorpórea” AND “infecção” e “*cardiopulmonary bypass*” AND “*infection*”. Como critérios de inclusão, foram considerados os artigos em versão completa e disponibilizados gratuitamente, realizados com seres humanos adultos e publicados nos últimos 05 anos nos idiomas espanhol, inglês

e português. Filtros adicionais foram utilizados nas diferentes bases com o objetivo de se excluir registros redundantes. Para a seleção dos artigos, foram lidos todos os títulos e selecionados aqueles que tinham relação com a questão do estudo. Em seguida, foram analisados os resumos e selecionados para leitura na íntegra aqueles que estavam relacionados com a temática em estudo. Para a categorização dos dados, foi criado um instrumento com dados referentes a identificação do artigo (título do artigo, autores, revista de publicação, ano de publicação, periódico, delineamento, objetivo, principais resultados e conclusões). As estratégias de pesquisa utilizadas no presente estudo se encontram detalhadas na tabela 1, a seguir, e, muito embora não configurem uma revisão sistemática, estão de acordo com as diretrizes PRISMA para melhor apresentação:

Base de dado	Estratégia de busca
Biblioteca Virtual em Saúde	"circulação extracorpórea" infecção AND (fulltext:(“1” OR “1”) AND db:(“LILACS” OR “BRISA” OR “BDENF” OR “IBECS” OR “PIE” OR “coleccionaSUS”) AND la:(“en” OR “es” OR “pt”)) AND (year_cluster:[2016 TO 2021])
Pubmed	(“cardiopulmonary bypass”[All Fields] AND (“infect”[All Fields] OR “infectability”[All Fields] OR “infectable”[All Fields] OR “infectant”[All Fields] OR “infectants”[All Fields] OR “infected”[All Fields] OR “infecteds”[All Fields] OR “infectibility”[All Fields] OR “infectible”[All Fields] OR “infecting”[All Fields] OR “infection s”[All Fields] OR “infections”[MeSH Terms] OR “infections”[All Fields] OR “infection”[All Fields] OR “infective”[All Fields] OR “infectiveness”[All Fields] OR “infectives”[All Fields] OR “infectivities”[All Fields] OR “infects”[All Fields] OR “pathogenicity”[MeSH Subheading] OR “pathogenicity”[All Fields] OR “infectivity”[All Fields])) AND ((y_5[Filter]) AND (fft[Filter]) AND (humans[Filter]) AND (english[Filter] OR portuguese[Filter] OR spanish[Filter]) AND (alladult[Filter]))
Scopus	TITLE-ABS-KEY (“cardiopulmonary bypass” infection) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017)) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Human”) OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Humans”) OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Adult”)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , “English”) OR LIMIT-TO (LANGUAGE , “Spanish”) OR LIMIT-TO (LANGUAGE , “Portuguese”)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , “ar”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE , “re”)) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Cardiopulmonary Bypass”) OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Article”) OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Review”)) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Heart Surgery”) OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Infection”)) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Cardiac Surgical Procedures”) OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Postoperative Complication”) OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Surgical Infection”) OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Risk Factors”))

Tabela 1: Estratégias de busca nas bases de dados para análise dos registros (Macaé, Rio de Janeiro, Brasil, 2021)

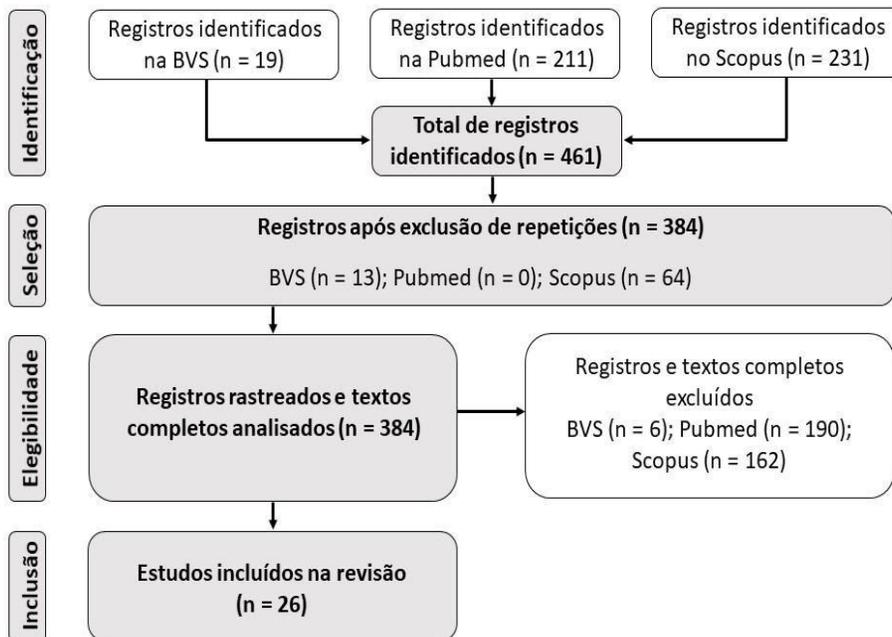


Figura 2: Fluxograma de seleção dos artigos que compõem esta revisão integrativa de literatura (Macaé, Rio de Janeiro, Brasil, 2021)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos descritores selecionados foram encontrados 19 artigos na base de dados científica da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), 211 artigos na base de dados científica da Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos (PubMed) e 231 artigos na base de dados Sciverse Scopus (Scopus). Aplicados os critérios de exclusão e os filtros descritos na metodologia, 26 artigos foram analisados para a escrita da presente revisão integrativa da literatura. Os principais dados desses artigos encontram-se detalhados nos dois quadros abaixo.

Id.	Título	Autores	Ano	Local	Periódico
1	<i>A novel score to estimate the risk of pneumonia after cardiac surgery</i>	Kilic, Arman <i>et al</i>	2016	Estados Unidos	The Journal of thoracic and cardiovascular surgery
2	<i>Pharmacokinetic characteristics and microbiologic appropriateness of ceftazolin for perioperative antibiotic prophylaxis in elective cardiac surgery</i>	Lanckohr, Christian <i>et al</i>	2016	Alemanha	The Journal of thoracic and cardiovascular surgery
3	<i>Risk factors for infections due to carbapenem-resistant Klebsiella pneumoniae after open heart surgery</i>	Salsano, Antonio <i>et al</i>	2016	Itália	Interactive cardiovascular and thoracic surgery
4	<i>Insidious risk of severe Mycobacterium chimaera infection in cardiac surgery patients</i>	Chand, Meera <i>et al</i>	2017	Reino Unido	Clinical infectious diseases: an official publication of the Infectious Diseases Society of America
5	<i>Invasive nontuberculous mycobacterial infections among cardiothoracic surgical patients exposed to heater-cooler devices</i>	Lyman, Meghan M <i>et al</i>	2017	Estados Unidos	Emerging infectious diseases
6	<i>Mycobacterium chimaera infection after cardiac surgery: first canadian outbreak</i>	Hamad, Raphael <i>et al</i>	2017	Canadá	The Annals of thoracic surgery
7	<i>Mycobacterium infection from a cardiopulmonary bypass heater-cooler unit in a patient with steroid-induced immunosuppression</i>	Cai, Yi; Landolfo, Kevin; Renew, Johnathan R.	2017	Estados Unidos	Canadian journal of anaesthesia
8	<i>On- or off-pump coronary artery bypass grafting for octogenarians: A meta-analysis of comparative studies involving 27,623 patients</i>	Khan, Habib <i>et al</i>	2017	Reino Unido	International journal of surgery (London, England)
9	<i>Procalcitonin and white blood cells, combined predictors of infection in cardiac surgery patients</i>	Heredia-Rodríguez, Maria <i>et al</i>	2017	Espanha	The Journal of surgical research
10	<i>Time course of CD64, a leukocyte activation marker, during cardiopulmonary bypass surgery</i>	Djebara, Sarah <i>et al</i>	2017	Bélgica	Shock
11	<i>A prospective multi-institutional cohort study of mediastinal infections after cardiac operations</i>	Perrault, Louis P <i>et al</i>	2018	Estados Unidos	Annals of Thoracic Surgery
12	<i>Adding vancomycin to perioperative prophylaxis decreases deep sternal wound infections in high-risk cardiac surgery patients</i>	Reineke, Sylvia <i>et al</i>	2018	Suíça	European Journal of Cardio-thoracic Surgery
13	<i>Aortic cross-clamp time and cardiopulmonary bypass time: prognostic implications in patients operated on for infective endocarditis</i>	Salsano, Antonio <i>et al</i>	2018	Itália	Interactive cardiovascular and thoracic surgery
14	<i>Cardiopulmonary bypass time predicts early postoperative Enterobacteriaceae bloodstream infection.</i>	Wang, Yi-Chen <i>et al</i>	2018	Taiwan	The Annals of thoracic surgery
15	<i>Clinical, biochemical and genetic risk factors for 30-day and 5-year mortality in 518 adult patients subjected to cardiopulmonary bypass during cardiac surgery - the INFLACOR study</i>	Kowalik, Maciej Michał <i>et al</i>	2018	Polônia	Acta biochimica Polonica

16	<i>Comprehensive preoperative regime of selective gut decontamination in combination with probiotics, and smectite for reducing endotoxemia and cytokine activation during cardiopulmonary bypass: A pilot randomized, controlled trial</i>	Liu, Wei-Cheng <i>et al</i>	2018	China	Medicine
17	<i>Evaluation of cefazolin antimicrobial prophylaxis during cardiac surgery with cardiopulmonary bypass</i>	Calic, Divna <i>et al</i>	2018	Canadá	The Journal of antimicrobial chemotherapy
18	Immature granulocytes: a risk factor of infection after cardiac surgery	Daix, Thomas <i>et al</i>	2018	França	Cytometry. Part B, Clinical cytometry
19	<i>Intestinal fatty acid-binding protein as a predictor of prognosis in postoperative cardiac surgery patients</i>	Zou, Lei <i>et al</i>	2018	China	Medicine
20	<i>Is endocan a diagnostic marker for pneumonia after cardiac surgery? The ENDOLUNG study</i>	Perrotti, Andréa <i>et al</i>	2018	França	The Annals of thoracic surgery
21	<i>Mycobacterium chimaera infection following cardiac surgery in the United Kingdom: clinical features and outcome of the first 30 cases</i>	Scriven, J E <i>et al</i>	2018	Reino Unido	Clinical microbiology and infection: the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases
22	<i>Proton-pump inhibitors elevate infection rate in cardiothoracic surgery patients by influencing PMN function in vitro and in vivo</i>	Haas, Carolin Maria <i>et al</i>	2018	Alemanha	Journal of leukocyte biology
23	<i>Microbiological monitoring of heater-cooler unit to keep free of Mycobacterium chimaera infection</i>	Chan, Taneer <i>et al</i>	2019	Cingapura	Perfusion
24	<i>Morbidity after cardiac surgery under cardiopulmonary bypass and associated factors: a retrospective observational study</i>	Patra, Chitrallekha <i>et al</i>	2019	Índia	Indian Heart Journal
25	<i>Steroids in cardiac surgery trial: a substudy of surgical site infections</i>	McClure, Graham R <i>et al</i>	2019	Canadá	Canadian journal of anaesthesia
26	Impact of prolonged cardiopulmonary bypass and operative exposure time on the incidence of surgical site infections in patients undergoing open heart surgery: single center case series	Jamil, Diyar Dlashad; Aram Baram; Bashar Hana Saqat	2020	Iraque	International Journal of Surgery Open

Quadro 1 - Distribuição dos estudos de acordo com Título, Autores, Ano, Local e Periódico (Macaé, Rio de Janeiro, Brasil, 2021)

Id.	Delineamento	Objetivo	Principais resultados	Conclusão
1	Estudo de coorte	Elaborar e validar uma escala de risco para pneumonia pós-operatória severa em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.	Foi elaborada uma escala de 33 pontos que incorpora seis fatores de risco (idade, doença pulmonar crônica, doença vascular periférica, tempo de circulação extracorpórea, transfusão de hemácias no intraoperatório e balão intra-aórtico pré ou intraoperatório).	A escala de risco apresentada no estudo tem utilidade clínica pela sua facilidade de ser calculada à beira do leito e pela facilidade em prever o risco de pneumonia.
2	Estudo prospectivo	Avaliar as características farmacocinéticas da administração de 2 g de cefazolina durante a indução da anestesia com dosagem repetida logo após o início da circulação extracorpórea (CEC) em cirurgia cardíaca.	Mais de 90% das bactérias na pele do esterno foram sensíveis à dose de cefazolina administrada no estudo. A modelagem farmacocinética demonstrou uma influência significativa da CEC no volume de distribuição e eliminação da cefazolina. Outros influenciadores nos parâmetros farmacocinéticos são: albumina, proteína e depuração de creatinina.	Mais de 90% das bactérias na pele do esterno foram sensíveis à dose de cefazolina administrada no estudo. A modelagem farmacocinética demonstrou uma influência significativa da CEC no volume de distribuição e eliminação da cefazolina. Outros influenciadores nos parâmetros farmacocinéticos são: albumina, proteína e depuração de creatinina.
3	Estudo retrospectivo	Avaliar os fatores de risco para infecções por CR-Kp após cirurgia cardíaca à céu aberto em um hospital universitário no norte da Itália.	Dos 553 pacientes do estudo, 32 desenvolveram infecções por CR-Kp (6%). O modelo multivariável final relacionou a colonização CR-Kp ao tempo de circulação extracorpórea em minutos, à doença pulmonar obstrutiva crônica, à pontuação SOFA, à ventilação mecânica pré-operatória, à ventilação mecânica prolongada e ao sexo feminino. Aumento da mortalidade intra-hospitalar e mortalidade em 180 dias foram observados em pacientes que desenvolveram infecções por CR-Kp em comparação com aqueles que não desenvolveram.	A colonização por CR-Kp foi um importante preditor de infecção por CR-Kp após cirurgia cardíaca à céu aberto. A infecção por CR-Kp afetou significativamente a sobrevida dos pacientes. A prevenção da colonização é provavelmente a estratégia mais eficaz para reduzir o impacto de CR-Kp em pacientes após cirurgias cardíacas.
4	Estudo de coorte	Avaliar o risco de infecção por <i>Mycobacterium chimaera</i> em cirurgias cardiotorácicas e avaliar sua possível associação com permutadores de calor.	Dezoito casos de infecção por <i>Mycobacterium chimaera</i> provavelmente associados à circulação extracorpórea foram identificados neste estudo. Os ensaios realizados evidenciaram a liberação de aerossóis devido a violação dos tanques do permutador de calor e a presença de <i>Mycobacterium chimaera</i> e outros patógenos nas amostras de água e ar.	Identificou-se baixo e crescente risco de infecções severas por <i>Mycobacterium chimaera</i> associadas aos permutadores de calor em um quarto das unidades cardiotorácicas avaliadas no estudo. O gerenciamento ativo dos permutadores de calor mostraram-se imprescindíveis para a prevenção deste tipo de infecção.

5	Estudo caso-controle	Identificar os fatores de risco associados a infecções extrapulmonares invasivas de micobactérias não-tuberculosas entre os pacientes submetidos à cirurgia cardiotorácica no <i>Hospital Wellspan York</i> .	A exposição a permutadores de calor foi associada a maiores chances de infecção micobacteriana não-tuberculosa invasiva. Testes laboratoriais identificaram cepas <i>Mycobacterium chimaera</i> em permutadores de calor. Amostras não tuberculosas positivas para micobactérias foram identificadas em uma taxa mais alta entre os pacientes de cirurgias cardiotorácicas do que em pacientes de outras categorias cirúrgicas.	Os resultados da amostragem ambiental sugerem que a transmissão ocorre por meio de aerossolização e dispersão de <i>Mycobacterium avium</i> durante a operação do permutador de calor. Esses achados destacam a necessidade de aumentar a conscientização sobre o risco de infecção invasiva por micobactérias não tuberculosas em pacientes de cirurgia cardíaca expostos a permutadores de calor, bem como a necessidade de identificar quais as melhores formas para notificar, avaliar e gerenciar os pacientes potencialmente infectados, bem como estabelecer estratégias para mitigar o risco de infecção.
6	Relato de Caso	Descrever os dois primeiros casos canadenses de infecção disseminada por <i>Mycobacterium chimaera</i> após operações cardíacas minimamente invasivas.	A amostragem das saídas de ar e água, combinada com a análise por RCP, demonstrou que todos os permutadores de calor estavam contaminados por micobactérias. Os casos iniciais desse novo surto decorreram de dois procedimentos minimamente invasivos em valva mitral realizados no período entre 3 dias, na mesma sala cirúrgica e com o mesmo permutador de calor.	As infecções invasivas por micobactérias atípicas estão emergindo como novos eventos infecciosos adversos após cirurgias cardíacas. O posicionamento inadequado da ventoinha dos permutadores de calor ou o seu mau funcionamento podem influenciar muito no risco de contaminação do campo operatório.
7	Relato de caso	Apresentar um caso de infecção por micobactéria transmitida por permutador de calor durante uma cirurgia com uso de circulação extracorpórea.	O estudo descreve o caso de uma paciente de 63 anos com histórico de correção de coarctação da aorta em 1963, substituição mecânica na valva mitral em 2010 e tratamento ambulatorial em 2015 por sintomas de infecção do trato respiratório superior. Após 4 meses a paciente evoluiu com febre intermitente, anemia e disfunção renal aguda. A ecocardiografia transesofágica e a RMN evidenciaram abscesso da raiz da aorta. Três semanas após a internação a paciente apresentou hemoculturas positivas para <i>Mycobacterium chimera</i> , sendo iniciado esquema antibiótico com rifampicina, rifabutina, etambutol e claritromicina, com boa resposta da paciente.	Os permutadores de calor fabricados pela LivaNova antes de setembro de 2014 foram associados a infecções latentes por <i>Mycobacterium chimaera</i> , ativadas pelo uso de esteroides.

8	Revisão Sistemática (com meta-análise)	Realizar meta-análise envolvendo o uso de CEC em cirurgias de revascularização do miocárdio em pacientes octogenários para definir qual estratégia é mais indicada para eles.	Das variáveis analisadas pelo estudo, apenas 1 apresentou relação com infecções (infecção esternal profunda). Dentre os 27.623 casos, não houve correlação significativa entre o uso ou não de CEC para o desenvolvimento de infecções esternais profundas.	Nos 27.623 pacientes octogenários avaliados pelo estudo, a CEC não apresentou risco adicional para o desenvolvimento de infecções esternais profundas.
9	Estudo caso-controlado	Testar se a combinação de proteína C reativa (PCR), leucócitos e procalcitonina (PCT) é capaz de prever a infecção pós-operatória em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.	Pacientes que apresentaram níveis de procalcitonina e leucócitos elevados por pelo menos 2 dias, resultaram em um risco dez vezes maior de desenvolver uma infecção nos 30 dias seguintes à cirurgia cardíaca.	A combinação dos níveis elevados de procalcitonina e leucócitos ao longo dos três primeiros dias de pós-operatório foi preditiva de pneumonia pós-operatória e infecção de sítio cirúrgico dentro de 30 dias após a cirurgia cardíaca.
10	Estudo prospectivo	Comparar o tempo de curso da expressão de neutrófilos CD64 em 39 pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com uso de circulação extracorpórea e em 11 pacientes internados na UTI com sepse grave ou choque séptico.	O aumento da expressão de CD64 foi maior após o primeiro dia de cirurgia e a duração média do índice de expressão de CD64 elevado para o grupo de CEC foi de apenas 2,5h, sugerindo que não apenas o valor absoluto, mas também o curso do tempo da expressão de CD64 pode ser usado como um marcador de infecção.	O aumento da expressão de CD64 pode ser usado como um marcador de infecção. A combinação da expressão de CD64 com as concentrações de proteína C reativa, podem ser usadas para auxiliar no diagnóstico de sepse.
11	Estudo prospectivo (multicêntrico)	Analisar a frequência, os fatores de risco e os resultados das infecções mediastinais no período perioperatório.	Índices mais altos de massa corporal e de creatinina; maior incidência de doença vascular periférica; uso de corticosteroide pré-operatório e cirurgias de transplante estão associados ao aumento do risco de infecção mediastinal. A hiperglicemia pós-operatória foi associada ao aumento do risco de infecção em pacientes não-diabéticos. As taxas de readmissão e mortalidade foram cinco vezes maiores em pacientes com infecção mediastinal do que em pacientes sem infecção mediastinal.	A infecção mediastinal foi mais comum em pacientes que tiveram maior tempo de cirurgia e maior tempo de CEC. Esses pacientes também eram mais propensos à exposição prolongada de hiperglicemia pós-operatória. Melhorar o índice glicêmico pós-operatório pode reduzir o risco de infecção mediastinal.
12	Estudo pré e pós-intervenção	Determinar o impacto da vancomicina adjuvante nas infecções da ferida esternal em pacientes de alto risco.	A adição de vancomicina reduziu significativamente a taxa geral de infecções da ferida esternal em 1.493 pacientes de alto risco. Por outro lado, a taxa de infecções da ferida esternal permaneceu inalterada em 91 pacientes considerados de baixo risco.	A adição de vancomicina à profilaxia antibiótica padrão em pacientes de alto risco reduziu significativamente a taxa de infecções da ferida esternal após cirurgia cardíaca.

13	Estudo retrospectivo	Avaliar os preditores de mortalidade e outras complicações pós-operatórias severas em pacientes submetidos à cirurgia para endocardite infecciosa (EI), enfatizando o papel da pinça aórtica cruzada prolongada e o tempo de circulação extracorpórea.	O limite de segurança para o tempo prolongado de pinçamento aórtico foi superior a 72 minutos e o tempo prolongado de circulação extracorpórea foi de 166 minutos. Os tempos prolongados de circulação extracorpórea e de pinçamento aórtico foram preditivos de complicações graves após a cirurgia de endocardite infecciosa. Entre essas complicações está a infecção da ferida esternal.	O tempo prolongado de pinçamento aórtico e o tempo de circulação extracorpórea estão associados à mortalidade e ao desenvolvimento de graves complicações após a cirurgia da endocardite infecciosa valvar. Uma validação adicional dos limites de segurança para a pinça aórtica cruzada prolongada e o tempo de circulação extracorpórea pode fornecer novas percepções sobre como melhorar os resultados intra e pós-operatórios de pacientes com endocardite infecciosa.
14	Estudo retrospectivo	Revisar retrospectivamente os registros médicos de pacientes adultos submetidos a operações cardiovasculares com circulação extracorpórea de janeiro de 2013 a dezembro de 2017 no Hospital Universitário Nacional de Cheng Kung (Tainan, Taiwan) para identificar quais apresentaram hemocultura pós-operatória positiva.	A infecção primária da corrente sanguínea foi identificada em 28 pacientes (2,8%) 7 dias após a realização de cirurgia cardíaca com o uso de circulação extracorpórea. Nesses pacientes, 36 microrganismos foram isolados, sendo um bacilo gram-negativo identificado como o patógeno predominante (77,8%). As espécies de microrganismos mais encontradas foram as <i>Enterobacteriaceae</i> e <i>Acinetobacter</i> . Os pacientes que apresentaram infecções da corrente sanguínea pós-operatória precoce relacionadas à família <i>Enterobacteriaceae</i> , tiveram um tempo de circulação extracorpórea significativamente maior e piores taxas de sobrevida precoce e tardia, se comparados com aqueles que não desenvolveram infecções.	A translocação bacteriana endógena após circulação extracorpórea prolongada é um possível mecanismo de infecção primária da corrente sanguínea relacionada a MO da família <i>Enterobacteriaceae</i> . O uso profilático de antibióticos com cobertura mais ampla de bactérias gram-negativas em pacientes cirúrgicos cardiovasculares com circulação extracorpórea prolongada deve ser considerado.

15	Estudo coorte prospectivo	Verificar a associação entre os dados clínicos, os parâmetros bioquímicos, IL-6, ICAM-1 solúvel, TNF α , E-selectina solúvel e 10 polimorfismos de nucleotídeo com a taxa de mortalidade após 30 dias e também após 5 anos em 518 adultos poloneses caucasianos submetidos a cirurgia cardíaca com o uso de circulação extracorpórea.	Os fatores de risco associados à mortalidade após 30 dias de cirurgia cardíaca realizada com uso de circulação extracorpórea foram: taxa de normalização pré-operatória do tempo de protrombina, lactato sanguíneo intraoperatório, fração pós-operatória de creatina fosfoquinase e insuficiência renal aguda (que exigiu terapia de hemodiálise) e infecção. Dentre os fatores de risco para mortalidade em 5 anos após cirurgia cardíaca destacam-se: história de esclerose arterial periférica, DPOC grave e insuficiência cardíaca avançada; transfusão intraoperatória de hemácias, choque pós-operatório, sepse, infarto do miocárdio e insuficiência renal aguda.	O nível sérico de IL-6 três horas após a cirurgia foi associado com a mortalidade em 30 dias; o nível sérico de ICAM-1 foi associado com mortalidade em 5 anos em análises univariadas. O estudo também sugere uma melhor taxa de sobrevivência após 5 anos de cirurgia cardíaca realizada com circulação extracorpórea para portadores do alelo A do ICAM-1 rs5498.
16	Estudo prospectivo randomizado controlado	Examinar a eficácia de um regime de descontaminação digestória seletiva pré-operatória combinado com probióticos e esmectita na endotoxemia perioperatória e a ativação de citocinas em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca eletiva com circulação extracorpórea.	Os níveis médios de oscilação das taxas de endotoxina após a circulação extracorpórea em 15 pacientes que receberam o regime pré-operatório foi significativamente menor do que aqueles que estavam no grupo controle. A descontaminação digestória seletiva reduziu significativamente a infecção das vias aéreas inferiores e infecção da corrente sanguínea por bactérias gram-negativas. Não houve alteração significativa na taxa de procalcitonina. O aumento na concentração de IL-6 imediatamente após a CEC no grupo pré-operatório foi significativamente menor do que no grupo controle. As mudanças na concentração de IL-6 em 24 horas e 48 horas após a CEC não foram significativas entre os grupos pré-operatório e controle.	A permanência por três dias em regime de descontaminação digestória seletiva pré-operatória em combinação com probióticos e esmectita podem impactar na redução da concentração de endotoxina e IL-6 após circulação extracorpórea.
17	Estudo prospectivo	Caracterizar as concentrações intraoperatórias de cefazolina durante a cicatrização da ferida, com uso de 40 mg / L.	Os resultados sugeriram a adoção de um regime de profilaxia antimicrobiana de cefazolina de, pelo menos, 2 g no pré-operatório e a cada 3 horas de cirurgia.	A profilaxia antimicrobiana com cefazolina com pelo menos 2 g no pré-operatório e a cada 3 horas durante a cirurgia foi considerada ideal para um alcance da manutenção da concentrações de 40 mg / L para a cicatrização da ferida em pacientes com função renal normal submetidos à cirurgia cardíaca eletiva com uso de circulação extracorpórea.

18	Estudo observacional descritivo	Avaliar a capacidade do CD10dim / CD16dim IG ou de qualquer outro tipo de leucócitos em prever o risco de desenvolvimento de complicações infecciosas após cirurgia de coração aberto com uso de circulação extracorpórea.	A hiperleucocitose pós-CEC observada neste estudo parece principalmente relacionada a um aumento de neutrófilos ligados a granulócitos imaturos e contagens de monócitos HLA DRdim. Os pacientes apresentaram linfopenia pós-operatória de células T e NK, níveis aumentados de granulócitos imaturos e monócitos com baixos níveis de monócitos HLA DR de superfície. Doze pacientes com aumento imediato de granulócitos imaturos no pós-operatório desenvolveram complicações infecciosas mais frequentemente. Granulócitos imaturos podem contribuir diretamente para a imunossupressão e facilitar a infecção secundária pós-cirurgia cardíaca.	O aumento no período pós-operatório de granulócitos imaturos está relacionado à síndrome da resposta inflamatória e infecções secundárias após cirurgia cardíaca sob CEC. Quantificar granulócitos imaturos circulantes precocemente no pós-operatório ajuda na identificação de pacientes com risco de complicações infecciosas após cirurgia cardíaca com uso de circulação extracorpórea.
19	Estudo observacional prospectivo	Explorar se a proteína de ligação de ácido graxo intestinal (IFABP), que é excretada especificamente de enterócitos intestinais danificados, serve como um preditor de prognóstico em pacientes de cirurgia cardíaca pós-operatória.	Os níveis séricos da proteína de ligação de ácido graxo intestinal mostraram grande precisão para a previsão de síndrome de disfunção de múltiplos órgãos, complicações infecciosas e permanência na UTI por mais de 4 dias.	O nível sérico da proteína de ligação de ácido graxo intestinal na admissão à UTI é um preditor valioso, conveniente e objetivo do prognóstico em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca.
20	Estudo prospectivo	O objetivo do presente estudo foi avaliar se o Endocan pode ser usado como um marcador diagnóstico para pneumonia pós-operatória em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.	A taxa de Endocan maior que 3,7 ng / mL antes da indução da anestesia ou superior a 12,1 ng / mL após 6 horas do início da cirurgia, bem como o índice de massa corporal superior a 27 kg / m ² e a duração da cirurgia foram preditores independentes de pneumonia pós-operatória. Na indução da anestesia, um valor preestabelecido de Endocan de 3,7 ng / mL teve sensibilidade de 65% e 72% de especificidade para a previsão de pneumonia pós-operatória. Por outro lado, após 6 horas do início da cirurgia, e com um valor preestabelecido de Endocan de 12,1 ng / mL, a sensibilidade e a especificidade para a previsão de pneumonia pós-operatória foram, respectivamente, de 71% e 75%.	O aumento do nível sérico de Endocan é detectado já durante a indução anestésica. Este estudo mostra que o Endocan é um marcador precoce de pneumonia pós-operatória em pacientes após cirurgia cardíaca com CEC.

21	Revisão de nota de caso	Relatar as características clínicas e laboratoriais, o tratamento e os resultados dos primeiros 30 casos de infecção por <i>Mycobacterium chimaera</i> no Reino Unido	Em média, após 14 meses da realização da cirurgia, os pacientes se queixavam de febre e perda de peso. A infecção por <i>M. chimaera</i> foi associada a um espectro de doenças incluindo endocardite valvar e infecções da ferida esternal. Dezoito pacientes (60%) morreram num intervalo médio de 30 meses após a cirurgia inicial. A análise de sobrevivência identificou que a idade mais jovem, cirurgia valvar mitral, troca valvar mecânica, maior concentração sérica de sódio e baixa concentração de proteína C reativa estão associados a fatores de melhor sobrevida.	A infecção por <i>Mycobacterium chimaera</i> após a cirurgia cardíaca está associada a diversos tipos de doenças. O diagnóstico deve ser considerado em todos os pacientes que desenvolverem febres inexplicáveis, perda de peso, esplenomegalia, citopenias, hepatite, inflamação granulomatosa ou infecções crônicas da ferida esternal após cirurgia cardíaca.
22	Análise retrospectiva	Analisar amostras de sangue e as funções imunológicas prejudicadas de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com uso de circulação extracorpórea e verificar a influência dos inibidores da bomba de próton sobre os sistemas imunológicos inato e adaptativo <i>in vitro</i> , analisando a função celular T e polimorfonuclear e a produção de citocinas.	Foi demonstrada influência negativa dos inibidores da bomba de próton nas funções das células polimorfonucleares <i>in vitro</i> , como fagocitose, explosão oxidativa, quimiotaxia e atividade de morte, enquanto a formação de armadilhas extracelulares de neutrófilos permaneceu inalterada. Uma estimulação extra, por meio do pantoprazol, reduziu a produção da citocina pró-inflamatória IL-1 β no ensaio de sangue total, bem como a produção de IL-2 e IFN- γ após a estimulação do sangue total com fito-hemaglutinina. Além disso, mecanismos de <i>feedback</i> de IFN- γ e sinalização por STAT-1 foram prejudicados pelos inibidores da bomba de próton. A cirurgia cardíaca foi acompanhada pelo desenvolvimento de síndrome da resposta inflamatória sistêmica devido a aspectos imunossupressores resultantes dos inibidores da bomba de próton.	Os autores sugerem que os inibidores da bomba de próton podem afetar negativamente a função imune inata e adaptativa, resultando não apenas em um pior resultado em pacientes de cirurgia cardíaca, mas em um aumento geral de infecções após a administração prolongada dos inibidores da bomba de próton.
23	Estudo prospectivo	Descrever o monitoramento microbiológico e a amplitude da contaminação microbiológica dos permutadores de calor utilizados no estudo, bem como as estratégias empregadas para reduzir a alta carga microbiana.	Todos os três dispositivos de Stöckert 3T e dois dispositivos de Stöckert 1T avaliados no estudo estavam contaminados com <i>Mycobacterium chimaera</i> . Descobriu-se que, para trazer a contagem total de colônias a um nível aceitável, o aumento da frequência de desinfecção não é um método tão eficaz quanto manter os permutadores de calor inativos.	A adesão aos processos de limpeza e desinfecção e a manutenção do permutador de calor inativo mantiveram a qualidade da água do permutador de calor em níveis aceitáveis.

24	Estudo observacional retrospectivo	Avaliar a morbidade após a cirurgia cardíaca e identificar fatores pré-operatórios e intraoperatórios associados à morbidade pós-operatória.	<p>O tempo de permanência na UTI foi superior a 2 dias em 23,2% dos pacientes, enquanto o tempo de internação no hospital foi superior a 7 dias em quase 60% dos pacientes. As análises de regressão multivariadas revelaram que o gênero, o tipo de cirurgia, o peso corporal, o nível de lactato sanguíneo na admissão na UTI e o nível de lactato sanguíneo após 12 horas foram preditores significativos de complicações, como infecções, pneumonia ou sepse. O gênero e o nível de lactato sanguíneo após 24 horas foram significativamente associados ao tempo prolongado de internação na UTI, enquanto o tipo de cirurgia e o nível de lactato sanguíneo após 24 horas foram significativamente associados à permanência hospitalar prolongada.</p>	<p>O gerenciamento de variáveis como sexo, peso corporal, tipo de cirurgia e nível de lactato sanguíneo na admissão na UTI, são úteis para reduzir a probabilidade de complicações pós-operatórias em pacientes submetidos a cirurgia cardíacas com uso de CEC e, portanto, na tomada de decisão clínica apropriada oportuna.</p>
25	Estudo de Corte prospectivo	Identificar preditores de infecção do sítio cirúrgico a partir do uso de esteróides em pacientes de cirurgia cardíaca.	<p>O risco de infecção do sítio cirúrgico foi associado a obesidade, diabetes, sexo feminino, insuficiência renal, aumento do tempo de circulação extracorpórea, cirurgia de revascularização do miocárdio, uso pré-operatório de terapia antiplaquetária dupla e pico de glicose no sangue na UTI nas primeiras 24 horas de admissão. Baixos níveis de glicose nas 24 horas após a cirurgia reduzem o risco de infecção do local cirúrgico. Os esteróides perioperatórios não reduziram significativamente o risco de infecção da ferida, mas reduziram o risco de infecção em todos os locais após a cirurgia cardíaca.</p>	<p>Foram identificados novos fatores de risco para infecção da ferida operatória e infecção generalizada. Alguns desses fatores de risco podem ser modificáveis e apresentam oportunidades para intervenções, o que pode limitar a morbidade, mortalidade e custos pós-operatórios. Além disso, pacientes com diabetes, necessitando de tempo maior de CEC, com IMC mais elevado ou que sejam submetidos a revascularização do miocárdio apresentam risco maior de infecção da ferida operatória.</p>
26	Estudo observacional prospectivo	Determinar a relação entre o tempo prolongado de circulação extracorpórea e a taxa de infecção do local cirúrgico em pacientes submetidos à cirurgia de coração aberto.	<p>O estudo incluiu 376 pacientes. Desses, 17 (4,5%) desenvolveram infecção do sítio cirúrgico. A incidência de cirurgia prolongada foi de 37,8%. O estudo mostrou que os pacientes que desenvolveram infecção foram submetidos a um tempo maior de exposição à operação e a circulação extracorpórea.</p>	<p>A exposição à operação e o tempo de circulação extracorpórea estão diretamente relacionados à ocorrência de infecção do sítio cirúrgico.</p>

Quadro 2 - Delineamento da pesquisa, objetivo, principais resultados e conclusões dos artigos selecionados para a revisão integrativa (Macaé, Rio de Janeiro, Brasil, 2021)

FATORES RELACIONADOS À INFECÇÃO

Fatores Intrínsecos

Dos 26 artigos analisados, três relacionaram o gênero feminino com maior risco de desenvolvimento de infecção por *Klebsiella pneumoniae* resistente à carbapenema¹¹, maior permanência hospitalar pós-cirurgia cardíaca com CEC¹² e maior risco de infecção do sítio cirúrgico¹³. Indiretamente, as três variáveis acima descritas apresentam relação com maior mortalidade no pós-operatório de cirurgias cardíacas com CEC. Além do gênero, *Diabetes mellitus*¹³, altos índices de massa corporal¹⁴ e obesidade¹³ também se apresentaram como fatores de risco para infecções do sítio cirúrgico e mediastinal. O conhecimento dos fatores de risco associados a complicações pode ser uma ferramenta importante para o acompanhamento, diagnóstico precoce, mitigação e tratamento de morbidades relacionadas à CEC.

Laboratorialmente, altos níveis séricos de lactato¹², creatinina¹⁵ e glicose¹³ também foram apontados como fatores predisponentes para infecções, aumento do tempo de internação e complicações associadas às cirurgias cardíacas com CEC. O monitoramento dos níveis de lactato e creatinina pode ser útil para a triagem de morbidade pós-operatória em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com CEC, favorecendo uma conduta clínica preventiva. Em um estudo multicêntrico conduzido nos Estados Unidos, a infecção mediastinal foi mais comum em pacientes propensos à exposição prolongada de hiperglicemia pós-operatória. Deste modo, otimizar o controle sobre o índice glicêmico pós-operatório pode representar uma importante estratégia de redução do risco de infecção mediastinal¹⁴.

Outros fatores relacionados à infecção pós-operatória de cirurgia cardiovascular com CEC incluem, com menor frequência nos artigos avaliados, DPOC, operação de emergência, tipo de cirurgia, múltiplas transfusões de sangue, baixo débito cardíaco pós-operatório e idade avançada¹⁶.

FATORES EXTRÍNSECOS

Permutador de calor

Em 2015, foram identificados os dois primeiros casos canadenses de infecções disseminadas por *Mycobacterium chimaera* após operações cardíacas minimamente invasivas. As infecções foram relacionadas com o posicionamento inadequado da ventoinha dos permutadores de calor ou com seu mau funcionamento, o que indica um risco potencial de contaminação do campo operatório¹⁷. Dentre os artigos avaliados, 4 apresentam a exposição aos permutadores de calor como um dos principais responsáveis por infecções pós-cirurgias cardíacas envolvendo circulação extracorpórea. Estudos sugerem, ainda, que os permutadores de calor são um fator de risco potencial para a infecção por micobactérias não-

tuberculosas, provavelmente devido à aerossolização e dispersão de MNT que colonizaram estes dispositivos enquanto eles estavam em operação. Neste caso, os permutadores parecem ter sido contaminados durante a fabricação, acarretando a contaminação direta do campo cirúrgico e / ou material protético¹⁸. Análises bacteriológicas identificaram micobactérias não-tuberculosas em amostras de ar e água dos permutadores de calor¹⁹, reforçando o provável papel deste dispositivo em infecções pós-cirurgia cardíaca com CEC²⁰.

Neste contexto, a manutenção, limpeza, desinfecção, uso de água estéril e medidas gerais de descontaminação do reservatório de água dos permutadores de calor são apontadas como as principais medidas de prevenção de infecções por micobactérias não-tuberculosas no pós-operatório de cirurgias cardíacas com CEC. Além disso, o reforço às medidas de biossegurança voltadas para a prevenção de contaminação cruzada durante procedimentos cirúrgicos pode representar uma importante estratégia de controle deste tipo de infecção²¹.

O diagnóstico deve ser considerado em todos os pacientes que desenvolverem febres de origem obscura, perda de peso, esplenomegalia, citopenias, hepatite, inflamação granulomatosa ou infecções crônicas da ferida esternal após cirurgia cardíaca²².

Tempo de Circulação Extracorpórea

O tempo de CEC foi associado ao aumento do risco de infecção em 7 artigos analisados. Um dos estudos, envolvendo 376 pacientes, mostrou que o tempo de circulação extracorpórea está diretamente relacionado à ocorrência de infecção do sítio cirúrgico²³. O tempo prolongado de circulação extracorpórea e de pinçamento aórtico foram preditivos de complicações graves após a cirurgia de endocardite infecciosa. Dentre essas complicações, está a infecção da ferida esternal. Uma validação adicional dos limites de segurança para a pinça aórtica cruzada prolongada e o tempo de CEC pode fornecer novas percepções sobre como melhorar os resultados intra e pós-operatórios de pacientes com endocardite infecciosa²⁴. Em outro estudo, realizado com 27.623 pacientes e que analisou complicações relacionadas à CEC em dois grupos de octogenários (com ou sem uso de CEC), apesar de não haver diferença significativa entre as complicações de um modo geral, foi possível apontar o tempo de CEC como fator de risco para infecções. Assim, verificou-se que, dentre os 27.623 casos, houve correlação significativa entre o tempo de CEC e o desenvolvimento de infecções esternais profundas²⁵. Esta correlação foi igualmente apresentada em outro estudo, que apontou que a infecção mediastinal foi mais comum em pacientes que tiveram maior tempo de cirurgia e maior tempo de CEC¹⁴. Outra complicação relacionada ao tempo elevado de CEC envolve o surgimento de infecções primárias da corrente sanguínea por microorganismos da família *Enterobacteriaceae* durante o pós-operatório imediato. Assim, o uso profilático de antibióticos com ampla cobertura contra bactérias gram-negativas em pacientes submetidos a cirurgia cardiovascular com CEC prolongada deve ser considerado²⁵.

Por fim, em uma escala preditiva de risco de desenvolvimento de pneumonia em pacientes de cirurgias cardíacas, o tempo de CEC também foi apontado como um fator de risco, somando cinco pontos ao *score* desta escala¹⁶.

MEDIDAS PREVENTIVAS

Em cinco artigos analisados, alguns importantes marcadores bioquímicos para a detecção da resposta do hospedeiro à infecção foram descritos como fatores fidedignos para o rastreamento e prognóstico de infecções em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca sob uso de CEC. Dentre eles, um dos estudos apontou que doze pacientes com aumento imediato de granulócitos imaturos no pós-operatório desenvolveram complicações infecciosas com maior frequência. Portanto, quantificar granulócitos imaturos circulantes precocemente no pós-operatório pode ajudar na identificação de pacientes com risco de complicações infecciosas após cirurgia cardíaca com uso CEC²⁷.

Além disso, pacientes que apresentaram uma combinação de níveis elevados de procalcitonina e leucócitos nos três primeiros dias de pós-operatório tiveram maior risco de desenvolvimento de pneumonia e infecção de sítio cirúrgico, dentro de 30 dias após a cirurgia cardíaca²⁸. O aumento da expressão de CD64 pode ser usado como um marcador de infecção. A combinação da expressão de CD64 com as concentrações de proteína C reativa, podem ser usadas para auxiliar no diagnóstico de sepse²⁹. Ainda, a taxa de *endocan* (molécula específica da célula endotelial-1 ou ESM-1), um importante marcador de desordem patológica intermediadas por tecidos endoteliais, maior que 3,7 ng / mL antes da indução da anestesia ou superior a 12,1 ng / mL após 6 horas do início da cirurgia também funciona como um marcador precoce de pneumonia pós-operatória³⁰. O nível sérico da proteína de ligação de ácido graxo intestinal (IFABP) na admissão à UTI por sua vez, é um preditor valioso, conveniente e objetivo do prognóstico em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca para a previsão de síndrome da disfunção de múltiplos órgãos e complicações infecciosas³¹.

Como estratégias para mitigação do risco de infecções no pós-operatório de cirurgias cardíacas sob CEC, um estudo conduzido com 15 pacientes que receberam um regime pré-operatório de descontaminação digestória seletiva em combinação com probióticos e esmectita, evidenciou uma redução significativa de infecções das vias aéreas inferiores e da corrente sanguínea por bactérias gram-negativas em comparação aos pacientes que não receberam o regime (grupo controle)³².

O uso de antibioticoterapia como profilaxia e o controle do índice glicêmico também foram apontados como fatores capazes de prevenir o desenvolvimento de complicações durante o pós-operatório de cirurgia cardíaca. A adição de vancomicina à profilaxia antibiótica padrão em 1.493 pacientes de alto risco reduziu significativamente a taxa de infecções da ferida esternal após cirurgia cardíaca com uso de CEC. Entretanto, a taxa de infecção

da ferida esternal permaneceu inalterada em 91 pacientes considerados de baixo risco³³. Adicionalmente, dois estudos sugerem que a profilaxia antimicrobiana com pelo menos 2 g de cefazolina no pré-operatório pode ser uma importante estratégia de prevenção de infecções pós-operatórias. No estudo em questão, mais de 90 % das bactérias isoladas da pele na região do esterno foram sensíveis à dose de cefazolina administrada no estudo³⁴. Como conclusão deste trabalho, a profilaxia antimicrobiana com cefazolina com pelo menos 2 g no pré-operatório e a cada 3 horas durante a cirurgia foi considerada ideal para um alcance da manutenção das concentrações de 40 mg / L para a cicatrização da ferida esternal³⁵, concentração esta que é considerada ideal para a profilaxia por este antibiótico.

Com relação ao uso de esteroides como medida profiláticas, por outro lado, um estudo apontou que o uso desta classe de drogas no período perioperatório em pacientes de cirurgia cardíaca não reduz significativamente o risco de infecção da ferida esternal¹³. Neste contexto, cabe destacar que dois estudos sugeriram que o uso de esteroides pode representar, ao contrário, um fator de risco para infecções. Nestes estudos, o uso de corticosteroides foi identificado como um fator de risco para infecções mediastinais no período perioperatório¹⁴ e para a ativação de infecções latentes por *Mycobacterium chimaera*¹⁸.

Ainda sobre o impacto de medicamentos no risco de desenvolvimento de infecções no pós-operatório de cirurgias cardíacas sob CEC, um estudo apontou que os inibidores da bomba de próton podem afetar negativamente a função imune inata e adaptativa dos pacientes, resultando em um aumento geral de infecções devido a aspectos imunossupressores decorrente dos inibidores da bomba de próton³⁶. Assim, há que se avaliar a necessidade de uso desta classe de medicamentos no pré-operatório com o objetivo de se reduzir o risco associado a infecções.

CONCLUSÃO

À despeito da importância da CEC para as cirurgias cardíacas, seu uso representa uma série de riscos para os pacientes submetidos a esta tecnologia. Apesar de muitos desses fatores serem inevitáveis ou de difícil intervenção (idade, sexo, massa corporal, obesidade, doenças pré-existentes, tempo de cirurgia), o conhecimento destas variáveis pode representar uma importante estratégia para o prognóstico e prevenção de complicações. Nesse contexto, cabe destacar a elaboração de uma escala de 33 pontos que incorpora seis fatores de risco (idade, doença pulmonar crônica, doença vascular periférica, tempo de circulação extracorpórea, transfusão de hemácias no intraoperatório e balão intra-aórtico pré ou intraoperatório) e prediz o risco de desenvolvimento de pneumonia associada a cirurgias cardíacas. A escala de risco apresentada no estudo em tela tem especial utilidade clínica pela sua facilidade em ser calculada à beira do leito e pela facilidade em prever o desfecho analisado.

Por outro lado, alguns dos fatores podem ser monitorados e são passíveis de ajuste pela equipe multiprofissional, como tempo de CEC, tempo de pinçamento aórtico, profilaxia antibiótica, uso de medicamentos no pré-operatório (como inibidores da bomba de próton e imunomoduladores) e acompanhamento de marcadores laboratoriais de complicações. Estes fatores representam as principais estratégias da equipe multiprofissional no controle e mitigação das prováveis/potenciais complicações relacionadas às cirurgias cardíacas com CEC. Assim, destaca-se a importância da qualificação profissional do perfusionista e do aprofundamento de pesquisas envolvendo fatores de risco e prevenção de complicações decorrentes da CEC.

REFERÊNCIAS

1. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020**. World Health Organization, 2013. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/94384/9789241506236_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acessado em 01 dez. 2019.
2. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE/ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OPAS/OMS). Doenças cardiovasculares. Revisado em maio de 2017. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5253:doencas-cardiovasculares&Itemid=1096>. Acessado em 30 nov. 2019.
3. SARKAR, Manjula e VISHAL, Prabhu. "Basics of cardiopulmonary bypass". *Indian journal of anaesthesia*, vol. 61,9 (2017): 760-767. doi:10.4103/ija.IJA_379_17. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5613602/>>. Acessado em 01 dez. 2019.
4. CARVALHO FILHO, Élio Barreto de *et al.* Vacuum-assisted drainage in cardiopulmonary bypass: advantages and disadvantages. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2014; 29 (2): 266271. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4389465/>>. Acessado em 30 nov. 2019.
5. ASADA, Mizuho *et al.* Effects of cardiopulmonary bypass on the disposition of cefazolin in patients undergoing cardiothoracic surgery. **Pharmacology research & perspectives**, v. 6, n. 6, p. e00440, 2018. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6218359/>>. Acessado em 29 nov. 2019.
6. BRAZ, Nelma de Jesus *et al.* Infecção do sítio cirúrgico em pacientes submetidos a cirurgias cardíacas: uma análise do perfil epidemiológico. **Revista de Enfermagem do Centro-Oeste Mineiro**, v. 8, 2018. Disponível em: <<http://www.seer.ufsj.edu.br/index.php/recom/article/view/1793/1926>>. Acessado em 01 dez. 2019
7. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Programa Nacional de Prevenção e Controle de Infecções relacionadas à assistência à saúde (PNPCIRAS) 2021 a 2025**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://ameci.org.br/wp-content/uploads/2021/04/pnpciras_2021_2025.pdf>. Acessado em: 05 abr. 2021.
8. CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC), U.S. Department of Health & Human Services. **Contaminated Heater-Cooler Devices**. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/hai/outbreaks/heater-cooler.html>>. Acessado em: 26 mai. 2021.

9. UNITED STATES FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). **Recommendations for the Use of Any Heater Cooler Device**. Disponível em: <<https://www.fda.gov/medical-devices/what-heater-cooler-device/recommendations-use-any-heater-cooler-device>>. Acessado em: 26 mai. 2021.
10. CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM (COFEN). Resolução nº 528/2016. Normas para atuação do enfermeiro perfusionista. Disponível em: <http://www.cofen.gov.br/resolucao-cofen-no-05282016_46279.htm>. Acessado em: 17 jan. 2021.
11. SALSANO, Antonio *et al*. Risk factors for infections due to carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* after open heart surgery. **Interactive cardiovascular and thoracic surgery**, v. 23, n. 5, p. 762-768, 2016. Disponível em: <<https://academic.oup.com/icvts/article/23/5/762/2399429>>. Acessado em: 11 abr. 2021.
12. PATRA, Chitralekha; GATTI, Prabhushankar Chamaiah; PANIGRAHI, Ansuman. Morbidity After cardiac surgery under cardiopulmonary bypass and associated factors: A retrospective observational study. **Indian heart journal**, v. 71, n. 4, p. 350-355, 2019. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6890944/pdf/main.pdf>>. Acessado em: 26 de mar. 2021.
13. MCCLURE, Graham R. *et al*. Steroids in cardiac surgery trial: a substudy of surgical site infections. **Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie**, v. 66, n. 2, p. 182-192, 2019. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s12630-018-1253-5>>. Acessado em: 26 de mar. 2021.
14. PERRAULT, Louis P. *et al*. A prospective multi-institutional cohort study of mediastinal infections after cardiac operations. **The Annals of thoracic surgery**, v. 105, n. 2, p. 461-468, 2018. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5877809/pdf/nihms910543.pdf>>. Acessado em: 26 de mar. 2021.
15. KOWALIK, Maciej Michał *et al*. Clinical, biochemical and genetic risk factors for 30-day and 5-year mortality in 518 adult patients subjected to cardiopulmonary bypass during cardiac surgery-the INFLACOR study. **Acta Biochimica Polonica**, v. 65, n. 2, p. 241-250, 2018. Disponível em: <<https://ojs.ptbioch.edu.pl/index.php/abp/article/view/2361/1256>>. Acesso em 29 nov. 2019.
16. KILIC, Arman *et al*. A novel score to estimate the risk of pneumonia after cardiac surgery. **The Journal of thoracic and cardiovascular surgery**, v. 151, n. 5, p. 1415-1421, 2016. Disponível em: <[https://www.jtcvs.org/article/S0022-5223\(16\)00021-0/fulltext](https://www.jtcvs.org/article/S0022-5223(16)00021-0/fulltext)>. Acessado em 27 jan. 2021.
17. HAMAD, Raphael *et al*. Mycobacterium chimaera infection after cardiac surgery: first Canadian outbreak. **The Annals of thoracic surgery**, v. 104, n. 1, p. e43-e45, 2017. Disponível em: <[https://www.annalsthoracicsurgery.org/article/S0003-4975\(17\)30253-9/fulltext](https://www.annalsthoracicsurgery.org/article/S0003-4975(17)30253-9/fulltext)>. Acessado em: 11 abr. 2021.
18. CAI, Yi; LANDOLFO, Kevin; Renew, Johnathan R. Mycobacterium infection from a cardiopulmonary bypass heater-cooler unit in a patient with steroid-induced immunosuppression. **Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie**, v. 64, n. 5, p. 513-516, 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12630-016-0809-5.pdf>>. Acessado em: 08 abr. 2021.
19. CHAND, Meera *et al*. Insidious risk of severe Mycobacterium chimaera infection in cardiac surgery patients. **Clinical Infectious Diseases**, v. 64, n. 3, p. 335-342, 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5881635/>>. Acesso em 27 nov. 2019.

20. LYMAN, Meghan M. *et al.* Invasive nontuberculous mycobacterial infections among cardiothoracic surgical patients exposed to heater-cooler devices. **Emerging infectious diseases**, v. 23, n. 5, p. 796, 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5403026/>>. Acessado em 23 nov. 2019.
21. CHAN, Tanee *et al.* Microbiological monitoring of heater-cooler unit to keep free of Mycobacterium chimaera infection. **Perfusion**, v. 34, n. 1, p. 9-14, 2019. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0267659118787152>>. Acessado em: 08 abr. 2021.
22. JAMIL, Diyar Dshad; BARAM, Aram; SAQAT, Bashar Hana. Impact of prolonged cardiopulmonary bypass and operative exposure time on the incidence of surgical site infections in patients undergoing open heart surgery: Single center case series. **International Journal of Surgery Open**, v. 22, p. 52-56, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405857219300816>>. Acessado em: 11 abr. 2021.
23. SALSANO, Antonio *et al.* Aortic cross-clamp time and cardiopulmonary bypass time: prognostic implications in patients operated on for infective endocarditis. **Interactive cardiovascular and thoracic surgery**, v. 27, n. 3, p. 328-335, 2018. Disponível em: <<https://academic.oup.com/icvts/article/27/3/328/4951657>>. Acessado em: 16 abr. 2021.
24. KHAN, Habib *et al.* On-or off-pump coronary artery bypass grafting for octogenarians: A meta-analysis of comparative studies involving 27,623 patients. **International Journal of Surgery**, v. 47, p. 42-51, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S174391911731302X>>. Acessado em 07 abr. 2021.
25. WANG, Yi-Chen *et al.* Cardiopulmonary bypass time predicts early postoperative enterobacteriaceae bloodstream infection. **The Annals of thoracic surgery**, v. 107, n. 5, p. 1333-1341, 2019. Disponível em: <[https://www.annalsthoracicsurgery.org/article/S0003-4975\(18\)31816-2/fulltext](https://www.annalsthoracicsurgery.org/article/S0003-4975(18)31816-2/fulltext)>. Acessado em: 07 abr. 2021.
26. DAIX, Thomas *et al.* Immature granulocytes: a risk factor of infection after cardiac surgery. **Cytometry Part B: Clinical Cytometry**, v. 94, n. 6, p. 887-894, 2018. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/cyto.b.21739>>. Acessado em: 06 mai. 2021.
27. HEREDIA-RODRÍGUEZ, María *et al.* Procalcitonin and white blood cells, combined predictors of infection in cardiac surgery patients. **Journal of Surgical Research**, v. 212, p. 187-194, 2017. Disponível em: <[https://www.journalofsurgicalresearch.com/article/S0022-4804\(17\)30040-9/fulltext](https://www.journalofsurgicalresearch.com/article/S0022-4804(17)30040-9/fulltext)>. Acessado em: 25 abr. 2021.
28. DJEBARA, Sarah *et al.* Time course of CD64, a leukocyte activation marker, during cardiopulmonary bypass surgery. **Shock: Injury, Inflammation, and Sepsis: Laboratory and Clinical Approaches**, v. 47, n. 2, p. 158-164, 2017. Disponível em: <https://journals.lww.com/shockjournal/Fulltext/2017/02000/Time_Course_of_CD64,_a_Leukocyte_Activation.6.aspx>. Acessado em: 16 abr. 2021.
29. PERROTTI, Andréa *et al.* Is endocan a diagnostic marker for pneumonia after cardiac surgery? The ENDOLUNG study. **The Annals of thoracic surgery**, v. 105, n. 2, p. 535-541, 2018. Disponível em: <[https://www.annalsthoracicsurgery.org/article/S0003-4975\(17\)31058-5/fulltext](https://www.annalsthoracicsurgery.org/article/S0003-4975(17)31058-5/fulltext)>. Acessado em: 06 mai. 2021.
30. ZOU, Lei *et al.* Intestinal fatty acid-binding protein as a predictor of prognosis in postoperative cardiac surgery patients. **Medicine**, v. 97, n. 33, 2018. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6112964/>>. Acesso em 29 nov. 2019.

31. LIU, Wei-Cheng *et al.* Comprehensive preoperative regime of selective gut decontamination in combination with probiotics, and smectite for reducing endotoxemia and cytokine activation during cardiopulmonary bypass: A pilot randomized, controlled trial. **Medicine**, v. 97, n. 46, 2018. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30431563/>>. Acesso em 29 nov. 2019.
32. REINEKE, Sylvia *et al.* Adding vancomycin to perioperative prophylaxis decreases deep sternal wound infections in high-risk cardiac surgery patients. **European journal of cardiothoracic surgery**, v. 53, n. 2, p. 428-434, 2018. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ejcts/article/53/2/428/4554821>>. Acessado em: 27 de abr. 2021.
33. LANCKOHR, Christian *et al.* Pharmacokinetic characteristics and microbiologic appropriateness of ceftazidime for perioperative antibiotic prophylaxis in elective cardiac surgery. **The Journal of thoracic and cardiovascular surgery**, v. 152, n. 2, p. 603-610, 2016. Disponível em: <[https://www.jtcvs.org/article/S0022-5223\(16\)30082-4/fulltext](https://www.jtcvs.org/article/S0022-5223(16)30082-4/fulltext)>. Acessado em: 27 de abr. 2021.
34. CALIC, Divna *et al.* Evaluation of ceftazidime antimicrobial prophylaxis during cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 73, n. 3, p. 768-771, 2018. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jac/article/73/3/768/4717791>>. Acessado em: 25 de abr. 2021.
35. HAAS, Carolin Maria *et al.* Proton-pump inhibitors elevate infection rate in cardiothoracic surgery patients by influencing PMN function in vitro and in vivo. **Journal of leukocyte biology**, v. 103, n. 4, p. 777-788, 2018. Disponível em: <<https://jlb.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/JLB.5A0417-143R>>. Acessado em: 16 abr. 2021.
36. SCRIVEN, James E. *et al.* Mycobacterium chimaera infection following cardiac surgery in the United Kingdom: clinical features and outcome of the first 30 cases. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 24, n. 11, p. 1164-1170, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1198743X1830394X>>. Acessado em: 08 abr. 2021.